

Литература

1. С.Г. Маслов, С.М. Долгих, П.С. Чубик, Е.Б. Годунов Влияние типа и группового состава торфа на свойства буровых растворов // Химия растительного сырья. 2003. №3. С. 57–67
2. И.В. Топачевский Сапропели пресноводных водоемов Украины // Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2011, №1 С. 66-72
3. Л. А. Беляева Эффективность модификаций бурового раствора на основе органо-минерального сырья // Природопользование: экология, экономика, технологии материалы международной научной конференции, Минск 6-8 октября 2010 г., С. 26-30
4. И.Г. Кудашев, Сапропели Томской области: геология, генезис, ресурсы и перспективы их использования // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук Томск 2004 г.
5. ТУ 39-0147001-105-93 «Глинопорошок для буровых растворов» », — Введ. 1994.

**ПРИМЕНЕНИЕ КАОЛИНОСОДЕРЖАЩЕГО МАТЕРИАЛА В КАЧЕСТВЕ
УПРОЧНЯЮЩЕЙ ДОБАВКИ К ТАМПОНАЖНОМУ РАСТВОРУ (ТУГАНСКОЕ
МЕСТОРОЖДЕНИЕ)**

Р.Р. Сагитов, А.А. Вikanов

Научный руководитель профессор К.М. Минаев

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Бурение скважин является одним из основных способов добычи нефти и газа из недр Земли. Полнота извлечения этих полезных ископаемых во многом зависит от качественного строительства и эксплуатации скважин. Качество строительства скважин, и их долговечность во многом определяется завершающим этапом строительства скважины - креплением скважин.

Одним из наиболее распространенных способов повышения прочности цементного камня является ввод активных минеральных добавок (АМД). Их вводят в цементные системы для экономии цемента, увеличения степени гидратации и направленного формирования структуры. При этом все большее внимание исследователей привлекает такая АМД как метакаолин – метастабильный продукт дегидратации каолина, получаемый обжигом при 600–800 °С.

Исследователи [1–2] отмечают, что метакаолин снижает расход цемента в бетоне, ускоряет гидратацию и твердение цементных композиций, приводит к получению высокой ранней и конечной прочности бетона и обладает повышенной водопотребностью.

Метакаолин ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) – продукт обезвоживания (дегидроксилирования) минерала каолинита – относится в настоящее время к одной из самых высокоэффективных пуццолановых добавок для цементов, бетонов и растворов. Представляет собой порошок от белого до серовато-бежевого или розового цвета со средним размером частиц от 1 до 15 мкм, состоящий из смеси аморфного глинозема и кремнезема практически в равных количествах: массовая доля Al_2O_3 составляет от 39 до 44 %, SiO_2 – от 53 до 55 %. Частицы метакаолина имеют пластинчатую форму с высокой удельной поверхностью, достигающей 30000 м²/кг (рис. 1) [3].

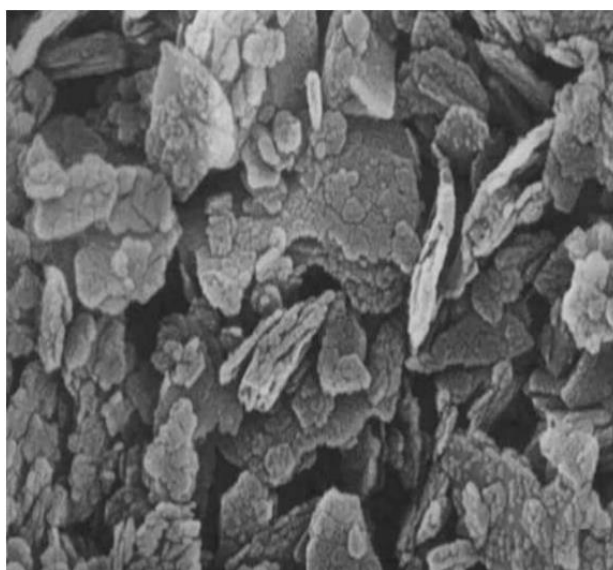


Рис. 1. Морфология частиц метакаолина [3]

Суть данной работы состоит в исследовании изменения прочности цементного камня при введении активных минеральных добавок. В качестве АМД был взят метакаолин, который был добавлен в цементное тесто в концентрации от 2 до 6%. Так же было выбрано 3 диапазона обжига каолиновой глины: 600, 700 и 800 °С.

Для проведения экспериментов были выбраны глины Туганского месторождения Томской области. Туганское месторождение расположено в 32 км. к северо-востоку от г. Томска, в Туганском районе Томской области. Каолинит - основной минерал иловой фракции сырья Туганского месторождения. Во фракции 15 мм. его содержится более 80%. Особенно богата им фракция 5 мм. Некоторые исследованные в базовой лаборатории пробы сырья Туганского месторождения имели не белую или розовую, как обычно, окраску иловой фракции, а темную, что явилось следствием заражения этой фракции гумусовыми веществами. Содержание каолинита в россыпях различно по разным участкам месторождения и составляет в среднем около 20% [4].

При проведении исследований был использован ППЦ-100. Из теста нормальной густоты [5] готовили образцы – кубы размером 40х40х160 мм, которые твердели и набирали прочность при температуре 70 ± 2 °С с влажностью 80%. Физико-механические свойства цементного камня на тесте НГ оценивали по изменению прочности на изгиб [6].

Для повышения прочности в цементное тесто вводилась добавка каолина и метакАОлина от 2 до 6%. Обжиг каолина производился в интервале температур от 600 до 800°С в течение 0,5...6 ч., данные температурные режимы были выбраны на основе проведенных исследований В.В. Голубков, З.В. Стафеева. Так при температуре 600°С каолин полностью переходит в метакАОлин только через 5 ч, в то время как при обжиге при 800 °С – через 0,5 ч. Каолин полностью аморфизован, кристаллическая фаза представлена реликтовыми слюдой и кварцем, кристаллических новообразований (муллита и крестоалита) нет [7].

Обжиг каолина выявил закономерную последовательность по потере массы готового продукта (табл. 1). Так же было замечено, что при повышении концентрации каолиносодержащего материала в цементном растворе уменьшается растекаемость. Были проведены исследования с разным содержанием метакАОлина на конусе АЗНИИ. Температура обжига не влияет на изменение растекаемости (табл. 2).

Таблица 1

Режимы обжига каолина

Температура, °С	Потеря массы, %	Время обжига, ч
600	2,2	5
700	3,46	3
800	7	0,5

Таблица 2

Растекаемость тампонажного раствора

Температура, °С	Концентрация метакАОлина, %	Растекаемость, см
600	2	25
	4	24
	6	21.5
700	2	25
	4	23.5
	6	21.5
800	2	25
	4	24
	6	22

Для проведения экспериментов были изготовлены цементные балочки размером 40х40х160 мм. Формы для изготовления цементных балочек, подготовленные по ГОСТ 310.4 наполняют цементным тестом в два приема при непрерывном ручном перемешивании его в чаше. Через 1 ч после наполнения формы избыток цементного теста срезают ножом вровень с краями формы.



Рис 2. Цементные балочки 40х40х160 мм.

Для каждого установленного срока испытания изготавливают по три цементных образца. Формы с образцами из цемента для низких и нормальных температур помещают в шкаф воздушно-влажного хранения. Через (24 ± 1) ч с момента изготовления образцы вынимают из шкафа, осторожно расформовывают, маркируют и помещают в ванну с водой, температура которой $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$, где хранят до проведения испытаний.

За образец были изготовлены балочки из цемента марки ПЦТ-100 без добавок. Дальнейшее сравнение прочности с введением добавок будут сравниваться с данным образцом. Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3

Прочность цемента марки ПЦТ-100

Процент добавки	Макс. нагрузка, кН	Макс. Напряжение, МПа
0	3,2	7,5

Добавка каолина значительно увеличивает прочность цементных балочек. Максимальное упрочнение заметно при 2% добавке, дальнейшее увеличение концентрации каолина пагубно влияет на прочностные качества цемента. Результаты исследований приведены в таблице 4.

Таблица 4

Прочность цемента марки ПЦТ-100 с добавкой каолина

Процент добавки	Макс. нагрузка, кН	Макс. Напряжение, МПа
2	4	9,35
4	3,7	8,65
6	3,2	8,1

Добавка метакеолина обожжённого при температуре 600°C практически полностью повторяет прочностные свойства цемента с добавкой каолина и даже уступает в прочностных характеристиках при концентрациях 4 и 6%. Результаты исследований приведены в таблице 5.

Таблица 5

Прочность цемента марки ПЦТ-100 с добавкой метакеолина 600°C

Процент добавки	Макс. нагрузка, кН	Макс. Напряжение, МПа
2	4	9,4
4	3,6	8,5
6	3,2	5,5

Цемент с добавкой метакеолина обожжённого при температуре 700°C имеет максимальные прочностные характеристики. Данная добавка превзошла прочность образцов цемента марки ПЦТ-100 на 30% и на 15% образцы с добавкой каолина и метакеолина обожжённого при 600°C . Максимальные прочностные характеристики наблюдаются при 2% добавке метакеолина. Результаты исследований приведены в таблице 6.

Таблица 6

Прочность цемента марки ПЦТ-100 с добавкой метакеолина 700°C

Процент добавки	Макс. нагрузка, кН	Макс. Напряжение, МПа
2	4,6	10,85
4	3,55	8,25
6	3,5	8

Цементное тесто с добавкой метакеолина обожжённого при температуре 800°C имеет схожие характеристики с предыдущим образцом. Прочностные характеристики данного образца примерно на 5% ниже, чем у предыдущего образца. Добавка 2% метакеолина обожжённого при температуре 800°C повысила прочность цемента марки ПЦТ-100 почти на 30%. Результаты исследований приведены в таблице 7.

Таблица 7

Прочность цемента марки ПЦТ-100 с добавкой метакеолина 800°C

Процент добавки	Макс. нагрузка, кН	Макс. Напряжение, МПа
2	4,4	10,35
4	3,6	8,4
6	3,25	7,5

Исследования показали перспективность использования метакеолина в качестве активной минеральной добавки в тампонажных растворах. Наилучшие результаты были достигнуты при 2% добавке метакеолина при температурах 700°C и 800°C . Требуется дальнейшие исследования каолиносодержащего материала в качестве упрочняющей добавки к тампонажному раствору, проведение более долговременных опытов для получения максимального упрочнения тампонажного раствора и разработки рецептуры наиболее эффективной каолиновой добавки.

Литература

1. Л.И. Дворкин, Н.В. Лушникова, Р.Ф. Рунова и др. Метакаолин в строительных растворах и бетонах / – Киев: Изд-во КНУБіА, 2007. – 215 с.
2. Т.В. Кузнецова. Аллюминатные и сульфат-аллюминатные цементы / М.: Стройиздат, 1986. – 208 с.
3. Лукутцова Н.П., Пыкин А.А. Теоретические и технологические аспекты получения микро- и нанодисперсных добавок на основе шунгитосодержащих пород для бетона: Монография. – Брянск: Изд-во БГИТА, 2013. – 231 с.
4. Методика разведки Туганского цирконо-ильменитового месторождения / Томский политехнический университет. – Томск, 2006.
5. ГОСТ 26798.1-96 «ЦЕМЕНТЫ ТАМПОНАЖНЫЕ Методы испытаний», — Введ. 1996.
6. ГОСТ 310.4-81 «Цементы. Методы определения предела прочности при изгибе и сжатии», — Введ. 1981.
7. В.В. Голубков, З.В. Стафеева Применение каолина месторождения «Журавлиный лог»/ Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева. – Москва, Россия

**АКТУАЛЬНОСТЬ И АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ САМОХОДНОГО ПНЕВМОУДАРНОГО
БУРОВОГО СТАНКА ДЛЯ УГМК РУДГОРМАШ**

Д.С. Танаков

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

При разработке месторождений полезных ископаемых широко используются взрывные скважины, бурение которых осуществляется в основном буровыми станками с погружными пневмударниками. Использование энергии удара позволяет передавать забою скважины значительные по величине силовые нагрузки, приводящие к деструкции горной породы [1].

Исторически разработка способа бурения с погружными пневмударниками началась еще в 1939 году. А с 1949 года на подземных рудниках в СССР уже начинается испытание станков, работающих по принципу пневмударного бурения [2].

Пневмударное бурение считается наиболее эффективным способом бурения скважин диаметром 150–190 мм в крепких породах и, поэтому, уже с шестидесятых годов XX столетия погружные оно стало активно применяться в зарубежной и ответственной практике [3].

Ударный способ обладает наименьшей энергоемкостью разрушения пород средней и высокой крепости, позволяет снизить энергозатраты при производстве работ, дает возможность применения более легких станков, отличающихся высокой производительностью, надежностью, а также простотой обслуживания. Конструкция погружного пневмударника обеспечивает наилучшую передачу энергии удара на забой, позволяет увеличить скорость бурения и глубину скважины. Сжатый воздух используется как энергоноситель и очистной агент, что делает технологию бурения более рациональной. Важно отметить, что скорость бурения не зависит от глубины скважины. Эти обстоятельства, а также простота и относительная дешевизна погружных пневмударников, делает привлекательным применение таких машин, как в подземных условиях, так и на открытых горных работах, позволяет успешно конкурировать с другими видами бурового оборудования. [4-6].

Несмотря на достаточно высокую экономичность, ударно-вращательный способ бурения не лишен недостатков. В первую очередь это касается буровых коронок. Около половины рабочего времени на полный цикл буровых работ теряется на остановки из-за поломки любого элемента коронки или узла его крепления [7].

Кроме того, на сегодняшний день отечественная промышленность существенно отстает в пневмударном бурении от зарубежного уровня. Главная причина – невозможность обеспечить высокое давление сжатого воздуха. Выпуск станков для бурения пород повышенной прочности погружными пневмударниками диаметром 160–190 мм не налажен из-за неудачной компоновки моделей станков: несамходное шасси, автономно расположенный компрессор, оснащение маломощными погружными пневмударниками и лезвийными долотами с низкой стойкостью. Из-за чего их производительность в 1,5–2 раза ниже, чем у аналогичных зарубежных станков [6, 8].

Как следствие, все большее распространение в России получают зарубежные буровые станки, работающие на высоком давлении сжатого воздуха. Фирма Atlas Copco поставляет станки ROC L6, ROC L7, ROC L8, ROC L9, Mustang A-32 в комплекте с погружными пневмударниками COP 34, COP 54, COP 64 и системой ODEX. Использование энергоносителей высокого давления позволяет получить требуемые энергетические параметры и, как следствие, повышение производительности. Стоит отметить высокую стоимость импортных пневмударников, имеющую тенденцию к дальнейшему увеличению. Обобщение конструкций устройств современных пневмударников выявило тенденцию их развития на ближайшие годы, которая заключается в создании универсальных машин, способных при незначительных изменениях конструкции осуществлять проходку широкого диапазона диаметров скважин при рабочем давлении сжатого воздуха, отвечающего требованиям зарубежного рынка буровых станков [6].

При разработке бурового комплекса есть возможность установить наиболее эффективные условия разрушения горной породы, сконструировать для этой цели надежную буровую коронку, а затем вложить во вновь создаваемую машину необходимые режимные параметры [6, 9]. А параметры бурового инструмента целесообразно выбирать таким образом, чтобы обеспечить максимальную эффективность передачи удара разрушаемой среде [1]. Все это в совокупности подтверждает актуальность проведения работ по разработке новых модификация оборудования для пневмударного бурения.